

B85

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. Juli 2004 (15.07.2004)

PCT

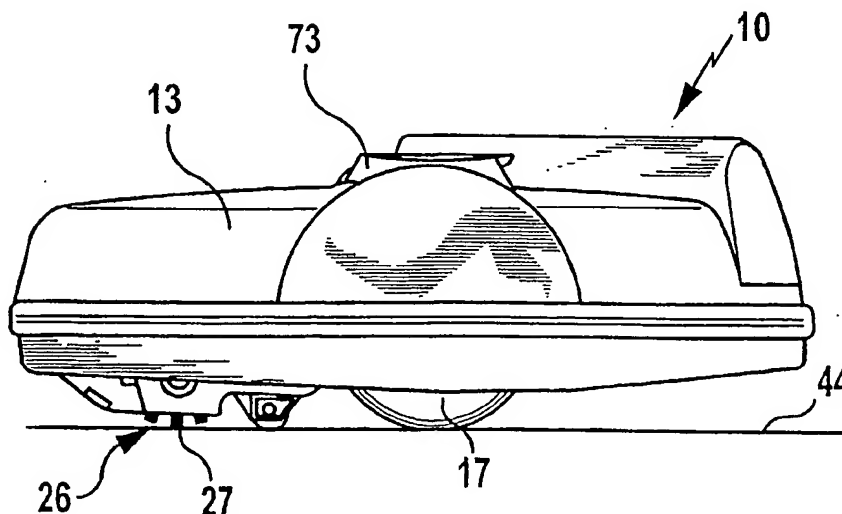
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/058028 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: A47L (72) Erfinder; und  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/013364 (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): RUST, Hendrik [DE/DE]; Theodor-Veiel-Strasse 73, 70374 Stuttgart (DE).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 27. November 2003 (27.11.2003) MAYER, Harald [DE/DE]; Obere Strasse 7, 78585 Bubsheim (DE). DÜNNE, Markus [DE/DE]; Wrangellstrasse 14c, 70599 Stuttgart (DE).  
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwälte: KARRAIS, Martin usw.; Hoeger, Stellrecht & Partner, Uhlandstrasse 14c, 70182 Stuttgart (DE).  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität: 102 61 787.2 23. Dezember 2002 (23.12.2002) DE (81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.  
(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): ALFRED KÄRCHER GMBH & CO. KG [DE/DE]; Alfred-Kärcher-Strasse 28-40, 71364 Winnenden (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MOBILE SOIL CULTIVATION APPLIANCE

(54) Bezeichnung: MOBILES BODENBEARBEITUNGSGERÄT



(57) Abstract: The invention relates to a mobile, automotive, self-steering soil cultivation appliance comprising a soil cultivation unit, a drive unit and a control unit which is coupled to the drive unit. A sensor device is associated with said control unit, said sensor device being used to differentiate the state of the soil surface before cultivation and the state of the soil surface after cultivation. The aim of the invention is to improve one such soil cultivation appliance such that the working time required for cultivating a soil surface can be reduced. To this end, the direction of travel of the soil cultivation appliance can be controlled by means of the control unit, according to the cultivation state of the soil surface detected by the sensor device, thus avoiding going over already cultivated soil surface areas.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/058028 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein mobiles, selbstfahrendes und selbstlenkendes Bodenbearbeitungsgerät mit einer Bodenbearbeitungseinheit, einer Antriebseinheit sowie einer mit der Antriebseinheit gekoppelten Steuereinheit, der eine Sensorvorrichtung zugeordnet ist, mittels derer der Bearbeitungszustand der Bodenfläche vor deren Bearbeitung vom Bearbeitungszustand nach deren Bearbeitung unterscheidbar ist. Um das Bodenbearbeitungsgerät derart weiterzubilden, dass die zur Bearbeitung einer Bodenfläche erforderliche Arbeitszeit vermindert werden kann, wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, dass die Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgeräts in Abhängigkeit vom Bearbeitungszustand der von der Sensorvorrichtung erfassten Bodenfläche mittels der Steuereinheit steuerbar ist, wobei das Überfahren bereits bearbeiteter Bodenflächenbereiche vermeidbar ist.

### **Mobiles Bodenbearbeitungsgerät**

Die Erfindung betrifft ein mobiles Bodenbearbeitungsgerät zur Bearbeitung einer Bodenfläche, das selbstfahrend und selbstlenkend ausgestaltet ist und eine Bodenbearbeitungseinheit, eine Antriebseinheit sowie eine Steuereinheit aufweist, wobei die Steuereinheit zum Steuern der Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes mit der Arbeitseinheit verbunden ist und der Steuereinheit eine Sensorvorrichtung zugeordnet ist, mittels derer der Bearbeitungszustand der Bodenfläche vor deren Bearbeitung vom Bearbeitungszustand nach deren Bearbeitung unterscheidbar ist.

Mit Hilfe derartiger Bodenbearbeitungsgeräte kann ohne Einsatz einer Bedienungsperson eine Bodenfläche bearbeitet, insbesondere gereinigt werden. Das Bodenbearbeitungsgerät wird hierbei entlang der zu bearbeitenden Bodenfläche verfahren. Hierzu kann beispielsweise vorgesehen sein, daß der Steuereinheit ein Fahrtrichtungsverlauf vorgebbar ist, entlang dessen sich das Bodenbearbeitungsgerät bewegt. Ein derartiges Bodenbearbeitungsgerät ist in Form eines mobilen Bodenreinigungsgerätes aus der US-Patentschrift Nr. 5,613,261 bekannt. Dieses umfaßt eine optische Sensorvorrichtung mit einer Lichtquelle, mit deren Hilfe Lichtstrahlung auf die zu reinigende Bodenfläche gerichtet wird, und mit Hilfe eines lichtempfindlichen Sensorelementes kann von der Bodenfläche reflektierte Lichtstrahlung empfangen und in ein elektrisches Signal umgewandelt werden. Da eine gereinigte Bodenfläche ein anderes Reflektionsverhalten aufweist als eine ungereinigte Bodenfläche, kann anhand der Intensität der reflektierten Strahlung ein bereits gereinigter Bodenflächenbereich von

- 2 -

einem ungereinigten Bodenflächenbereich unterschieden werden. Dies gibt bei dem aus der US-Patentschrift Nr. 5,613,261 bekannten Bodenreinigungsgerät die Möglichkeit, die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit in Abhängigkeit von der Intensität der reflektierten Strahlung zu steuern, so daß im Falle einer verschmutzten Bodenfläche eine sorgfältige Reinigung vorgenommen werden kann, während bei wenig oder gar nicht verschmutzter Bodenfläche die Bodenbearbeitungseinheit ausgeschaltet oder in einen Betriebsmodus mit geringerer Reinigungsqualität geschaltet werden kann. Bei besonders verschmutzter Bodenfläche kann außerdem eine Hin- und Herbewegung des Bodenreinigungsgeräts veranlaßt werden. Damit kann erreicht werden, daß weniger verschmutzte Bodenflächenbereiche mit geringerer Intensität bearbeitet werden als stark verschmutzte Bodenflächenbereiche, so daß insgesamt die Arbeitszeit für die Reinigung der gesamten Bodenfläche vermindert werden kann.

Es hat sich allerdings gezeigt, daß auch bei Einsatz eines Bodenreinigungsgeräts, wie es aus der US-Patentschrift Nr. 5,613,261 bekannt ist, zur gesamten Bearbeitung einer Bodenfläche ein erheblicher Zeitaufwand erforderlich ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein mobiles Bodenbearbeitungsgerät der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß die zur Bearbeitung einer Bodenfläche erforderliche Arbeitszeit vermindert werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einem mobilen Bodenbearbeitungsgerät der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes in Abhängigkeit vom Bearbeitungszustand der von der

Sensorvorrichtung erfaßten Bodenfläche mittels der Steuereinheit steuerbar ist, wobei das Überfahren bereits bearbeiteter Bodenflächenbereiche vermeidbar ist. Es hat sich gezeigt, daß bei einer derartigen Ausgestaltung des Bodenbearbeitungsgerätes die zur Bearbeitung einer Bodenfläche erforderliche Arbeitszeit erheblich vermindert werden kann. Hierzu weist die Steuereinheit einen Steueralgorithmus auf, der sicherstellt, daß bereits bearbeitete Bodenflächenbereiche nach Möglichkeit kein zweites Mal überfahren werden. Es kann vielmehr eine Segmentierung der zu bearbeitenden Bodenfläche erzielt werden, dergestalt, daß nacheinander einzelne Bodenflächensegmente gereinigt werden und das Bodenbearbeitungsgerät nach Möglichkeit nicht über bereits bearbeitete Bodenflächenbereiche verfahren wird und einen bereits bearbeiteten Bodenflächenbereich innerhalb möglichst kurzer Zeit verläßt. So kann beispielsweise vorgesehen sein, daß die Steuereinheit bei Erreichen eines bereits bearbeiteten Bodenflächenbereiches ein Steuersignal bereitstellt zur Aktivierung einer Fahrtrichtungsänderung um einen vorgegebenen Winkel, beispielsweise um 90°.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn mittels der Sensorvorrichtung ein Grenzbereich zwischen einem bereits bearbeiteten Bodenflächenbereich und einem noch nicht bearbeiteten Bodenflächenbereich erfaßbar und das Bodenbearbeitungsgerät selbsttätig entlang des Grenzbereiches verfahrbar ist. So kann beispielsweise vorgesehen sein, daß das Bodenbearbeitungsgerät bei Erreichen einer Grenzlinie zwischen einem bereits bearbeiteten Bodenflächenbereich und einem noch nicht bearbeiteten Bodenflächenbereich selbsttätig parallel zur Grenzlinie ausrichtbar und entlang der Grenze verfahrbar ist.

- 4 -

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß mittels der Sensorvorrichtung die Bearbeitungszustände von zwei quer zu einer Hauptbewegungsrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes zueinander versetzten Bodenflächenbereichen erfaßbar sind und daß die Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes in Abhängigkeit von den Bearbeitungszuständen der beiden erfaßten Bodenflächenbereiche steuerbar ist. Eine derartige Ausgestaltung des Bodenbearbeitungsgerätes ermöglicht auf konstruktiv einfache Weise eine Bewegung des Bodenbearbeitungsgerätes entlang einer Grenzlinie zwischen einem bereits bearbeiteten und einem noch nicht bearbeiteten Bodenflächenbereich.

Um mittels der Sensorvorrichtung zwei quer zu einer Hauptbewegungsrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes zueinander versetzte Bodenflächenbereiche zu erfassen, kann vorgesehen sein, daß die Sensorvorrichtung abwechselnd die beiden Bodenflächenbereiche erfaßt und die jeweils erfaßten Bearbeitungszustände miteinander in Beziehung setzt. Die Sensorvorrichtung kann hierbei ein flächenhaft ausgedehntes Sensorelement aufweisen, das eine ortsabhängige Erfassung der Bearbeitungszustände der beiden Bodenflächenbereiche ermöglicht.

Die Sensorvorrichtung kann ein einzelnes Sensorelement aufweisen, das vorzugsweise flächenhaft ausgedehnt ist und mit dem der Bearbeitungszustand eines Bodenflächenbereiches erfaßbar ist.

Von Vorteil ist es, wenn die Sensorvorrichtung zumindest zwei Sensorelemente umfaßt, die jeweils den Bearbeitungszustand von einem der beiden quer zur

- 5 -

Hauptbewegungsrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes zueinander versetzten Bodenflächenbereiche erfassen und jeweils ein entsprechendes Sensorsignal bereitstellen und wenn die Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes in Abhängigkeit von den beiden Sensorsignalen steuerbar ist.

Die Montage und gegebenenfalls eine Reparatur der Sensorvorrichtung kann dadurch vereinfacht werden, daß die beiden Sensorelemente selbständig handhabbar sind. Hierbei sind die beiden Sensorelemente als eigenständige Bauteile ausgestaltet, die der Steuervorrichtung jeweils ein Sensorsignal übermitteln, anhand dessen die Steuereinheit den Bearbeitungszustand des vom jeweiligen Sensorelement erfaßten Bodenflächenbereiches beurteilen kann.

Vorzugsweise erstreckt sich die Bodenbearbeitungseinheit quer zur Hauptbewegungsrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes, und mittels der Sensorvorrichtung sind die Bearbeitungszustände von den beiden Bodenflächenbereichen erfaßbar, die jeweils einem Endbereich der Bodenbearbeitungseinheit, bezogen auf deren Erstreckung quer zur Hauptbewegungsrichtung, benachbart angeordnet sind. Bei einer derartigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsgerätes erstreckt sich die Bodenbearbeitungseinheit zwischen den beiden von der Sensorvorrichtung erfaßten Bodenflächenbereichen, so daß jeweils ein Abschnitt der Bodenfläche bearbeitet wird, der sich zwischen den beiden Bodenflächenbereichen erstreckt, die einen unterschiedlichen Bearbeitungszustand aufweisen.

- 6 -

Vorzugsweise umfaßt die Bodenbearbeitungseinheit eine Reinigungseinheit und mittels der Sensorvorrichtung ist der Verschmutzungsgrad der Bodenfläche erfaßbar. Dies gibt die Möglichkeit, eine Bodenfläche innerhalb kurzer Zeit zu reinigen, beispielsweise zu kehren, zu saugen oder zu wischen.

Es kann beispielsweise vorgesehen sein, daß die Reinigungseinheit eine sich quer zur Hauptbewegungsrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes erstreckende Kehrbürstenanordnung aufweist und daß mittels der Sensorvorrichtung der Verschmutzungsgrad der von jeweils einem Endbereich der Kehrbürstenanordnung gereinigten oder zu reinigenden Bodenflächenbereiche erfaßbar ist.

Die Kehrbürstenanordnung kann hierbei mehrere, quer zur Hauptbewegungsrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes versetzt zueinander angeordnete Kehrbürsten aufweisen, wobei bevorzugt jeder der Kehrbürsten ein den Verschmutzungsgrad des jeweiligen gereinigten oder zu reinigenden Bodenflächenbereiches erfassendes Sensorelement zugeordnet ist.

Bei einer kostengünstig herstellbaren Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Kehrbürstenanordnung eine drehbare Bürstenwalze aufweist, deren Drehachse vorzugsweise quer zur Hauptbewegungsrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes ausgerichtet ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist jeweils einem Endbereich der Kehrbürstenanordnung ein separates, den Verschmutzungsgrad der Bodenfläche erfassendes Sensorelement zugeordnet. Das Sensorelement kann hierbei dem



- 7 -

jeweiligen Endbereich der Kkehrbürstenanordnung unmittelbar benachbart angeordnet sein.

Von Vorteil ist es, wenn die Reinigungswirkung der Kkehrbürstenanordnung von einem Saugaggregat unterstützt wird, der im Bereich der Kkehrbürstenanordnung einen Saugstrom erzeugt. Hierzu kann vorgesehen sein, daß die Reinigungseinheit ein Saugaggregat aufweist, das über mindestens einen Saugkanal mit der Kkehrbürstenanordnung in Strömungsverbindung steht, wobei der Saugkanal einen Schmutzsammelbehälter aufnimmt, und die Sensoranordnung kann an einer Wandung des Saugkanals oder des Schmutzsammelbehälters angeordnet sein.

Von Vorteil ist es hierbei, wenn zumindest ein Sensorelement der Sensoranordnung innenseitig an der Wandung des Saugkanals oder des Schmutzsammelbehälters angeordnet ist. Eine derartige Anordnung des mindestens einen Sensorelements ermöglicht es, das Sensorelement unmittelbar mit den Schmutzpartikeln zu beaufschlagen, die von dem jeweils zugeordneten Endbereich der Kkehrbürstenanordnung von der zu reinigenden Bodenfläche abgelöst werden. Der Verschmutzungsgrad kann auf einfache Weise dadurch bestimmt werden, daß die Menge der das jeweilige Sensorelement beaufschlagenden Schmutzpartikel erfaßt wird.

Alternativ und/oder ergänzend kann vorgesehen sein, daß zumindest ein Sensorelement der Sensoranordnung außenseitig an der Wandung des Saugkanals oder des Schmutzsammelbehälters angeordnet ist. Das Sensorelement ist da-

mit vor einer unmittelbaren Beaufschlagung durch Schmutzpartikel geschützt, so daß die Lebensdauer des Sensorelements erhöht werden kann.

Zur Erfassung des Bearbeitungszustands, insbesondere des Verschmutzungsgrads der Bodenfläche kann vorgesehen sein, daß die Sensorvorrichtung die Bodenfläche mechanisch erfaßt, beispielsweise mittels taktiler Sensoren. Von besonderem Vorteil ist es jedoch, wenn die Sensorvorrichtung den Bearbeitungszustand der Bodenfläche berührungslos erfaßt.

Vorzugsweise umfaßt die Sensorvorrichtung zumindest ein optisches Sensorelement, d. h. ein Sensorelement mit einem strahlungsempfindlichen, insbesondere ortsauflösenden Detektor und einer dem Detektor zugeordneten Auswerteelektronik. Dem Detektor kann eine Abbildungsoptik vorgelagert sein, und mittels der Auswerteelektronik kann eine Bildauswertung vorgenommen werden. Mittels eines vorgegebenen Bildauswertealgorithmus kann ein auf den strahlungsempfindlichen Detektor projiziertes Bild eines Ausschnittes der Bodenfläche dahingehend ausgewertet werden, daß der Bearbeitungszustand der Bodenfläche erfaßbar ist. So kann beispielsweise der Verschmutzungsgrad der Bodenfläche berührungslos erfaßt werden. Die optische Erfassung des Bodenbearbeitungszustandes kann beispielsweise mittels Infrarotstrahlung oder auch mittels sichtbarer Lichtstrahlung erfolgen. Dem Sensorelement kann eine Strahlungsquelle, beispielsweise eine Lichtquelle zugeordnet sein zum Ausleuchten des vom Sensorelement erfaßten Bodenflächenbereiches. Günstig ist es, wenn anhand der Intensität einer von der Bodenfläche reflektierten Lichtstrahlung der Bearbeitungszustand der Bodenfläche erfaßbar ist.

Besonders günstig ist es, wenn die Sensorvorrichtung zumindest ein piezoelektrisches Sensorelement aufweist. Derartige Sensorelemente sind beispielsweise aus der europäischen Patentschrift EP 0 759 157 B1 bekannt. Werden derartige Sensoren mit einer mechanischen Kraft beaufschlagt, so stellen sie an ihrer Oberfläche ein elektrisches Signal bereit. Die Kraftbeaufschlagung kann dadurch erfolgen, daß die Sensorelemente unmittelbar von Schmutzpartikeln beaufschlagt werden, die von der zu reinigenden Bodenfläche abgelöst werden. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, daß das mindestens eine piezoelektrische Sensorelement mit der Wandung des Saugkanales oder des Schmutzsammelbehälters zusammenwirkt und die von den Schmutzpartikeln verursachten Erschütterungen der Wandung aufnimmt und in ein elektrisches Signal umwandelt. Erschütterungen der Wandung, die durch die Bewegung des Bodenbearbeitungsgerätes verursacht werden, können mittels einer dem Sensorelement nachgeordneten elektrischen Filtereinheit ausgefiltert werden.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsgerätes sind mittels der Reinigungseinheit von der Bodenfläche Schmutzpartikel ablösbar und die Menge der abgelösten Schmutzpartikel ist mittels der Sensorvorrichtung bestimmbar. Wie bereits erwähnt, kann aus der Menge der abgelösten Schmutzpartikel auf den Verschmutzungsgrad der Bodenfläche geschlossen werden.

Vorzugsweise ist mittels der Sensorvorrichtung nicht nur die Menge der abgelösten Schmutzpartikel bestimmbar, sondern es ist zusätzlich deren Größe bestimmbar. Ein derartiges Größenspektrum ermöglicht nicht nur eine Aussage über den absoluten Verschmutzungsgrad der Bodenfläche, sondern gibt auch

- 10 -

einen Hinweis darauf, welche Art von Verschmutzung vorliegt. Dies gibt die Möglichkeit, je nach Art der vorliegenden Verschmutzung der Bodenfläche einen darauf abgestimmten Reinigungsmodus zu wählen, beispielsweise kann die Betriebsweise der Reinigungseinheit und/oder die Fahrgeschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgerätes auf die Verschmutzungsart abgestimmt werden.

Wie bereits erläutert, ist es günstig, wenn mittels der Sensorvorrichtung die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit, beispielsweise der Reinigungseinheit, in Abhängigkeit vom Bearbeitungszustand der Bodenfläche, insbesondere dem Verschmutzungsgrad der Bodenfläche, steuerbar ist. So kann beispielsweise vorgesehen sein, daß bei geringer Verschmutzung die Reinigungseinheit abgeschaltet oder in eine Betriebsweise mit geringem Energieverbrauch (Stand-by-Betriebsmodus) überführt wird, während bei hohem Verschmutzungsgrad ein energieintensiverer Betriebsmodus der Reinigungseinheit gewählt wird.

Eine besonders geringe Arbeitszeit zur Bearbeitung, insbesondere Reinigung einer Bodenfläche kann dadurch erzielt werden, daß der Steuereinheit ein positionsabhängiger Referenzwert des Bearbeitungszustandes, z.B. des Verschmutzungsgrades, der Bodenfläche nach optimaler Bearbeitung bereitstellbar ist und daß der momentane Bearbeitungszustand mit dem Referenzwert vergleichbar ist, wobei die Fahrtrichtung und/oder die Fahrgeschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgerätes und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit in Abhängigkeit von der Abweichung des momentanen Bearbeitungszustandes vom Referenzwert steuerbar sind. Bei einer derartigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsgerätes kann vor dessen

eigentlichem Arbeitseinsatz oder während eines ersten Arbeitseinsatzes eine Lernfahrt bei definiertem Bodenbearbeitungszustand, beispielsweise bei optimal gereinigter Bodenfläche, durchgeführt werden. Während der Lernfahrt kann der Bearbeitungszustand, z. B. der Verschmutzungsgrad, der Bodenfläche in einem Speicherglied der Steuereinheit als Referenzwert abgespeichert werden. Diese Referenzwerte bei optimal bearbeiteter Bodenfläche können dann zum Vergleich mit dem jeweiligen momentanen Bearbeitungszustand herangezogen werden. Wird festgestellt, daß der momentane Bearbeitungszustand schlechter ist als der während der Lernfahrt des Bodenbearbeitungsgerätes ermittelte Referenzwert, so wird ein Betriebsmodus der Bodenbearbeitungseinheit aktiviert und eine Bearbeitung der Bodenfläche vorgenommen. Wird jedoch festgestellt, daß in einem bestimmten Bodenflächensegment keine Bearbeitung erforderlich ist, da nur eine verhältnismäßig geringe Abweichung des momentanen Bearbeitungszustandes vom vorgegebenen Referenzwert vorliegt, so kann die Bodenbearbeitungseinheit ausgeschaltet oder in einen Stand-by-Betriebsmodus überführt werden, und dieses Bodenflächensegment kann mit höherer Fahrgeschwindigkeit überfahren werden und/oder es kann eine Fahrtrichtungsänderung durchgeführt werden, um innerhalb möglichst kurzer Zeit ein Bodenflächensegment zu erreichen, das einer Bearbeitung, beispielsweise einer Reinigung, bedarf.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsgerätes ist der Zeitpunkt der letzten Bearbeitung der Bodenfläche der Steuereinheit vorgebbar und die Fahrtrichtung und/oder die Fahrgeschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgerätes und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit sind in Abhängigkeit von der Zeitspanne

- 12 -

steuerbar, die seit der letzten Bearbeitung verstrichen ist. Die Vorgabe des Zeitpunktes der letzten Bearbeitung kann hierbei positionsabhängig erfolgen, so daß einzelne Bodenflächensegmente mit unterschiedlicher Häufigkeit bearbeitet werden können. Beispielsweise kann im Falle einer Bodenflächenreinigung vorgesehen sein, daß Flurbereiche oder Bereiche der Bodenfläche, die einem starken Publikumsverkehr ausgesetzt sind, bereits nach kürzerer Zeitspanne mittels des Bodenbearbeitungsgerätes einer intensiven Reinigung unterzogen werden als Bodenflächensegmente, die nur wenig genutzt werden.

Günstig ist es hierbei, wenn die Steuereinheit ein mit einem Speicherglied gekoppeltes Zeitglied umfaßt zum selbsttätigen Abspeichern des Zeitpunktes der momentanen Bodenbearbeitung. Eine manuelle Vorgabe des Zeitpunktes der Bodenbearbeitung kann dadurch entfallen. Das Zeitglied kann eine Datumsangabe umfassen, so daß mittels des mobilen Bodenbearbeitungsgerätes datumsabhängig unterschiedliche Betriebsweisen der Bodenbearbeitungseinheit und/oder unterschiedliche Fahrtrichtungsverläufe zur Steuerung des Bodenbearbeitungsgerätes herangezogen werden können. So kann im Falle eines mobilen Bodenreinigungsgerätes beispielsweise vorgesehen sein, daß an Werktagen mit Publikumsverkehr eine umfassende Reinigung der gesamten Bodenfläche vorgenommen wird, während an Werktagen ohne Publikumsverkehr nur eine bereichsweise Reinigung der Bodenfläche vorgenommen wird und an Sonn- und Feiertagen eine Reinigung der Bodenfläche vollständig entfällt.

Besonders günstig ist es, wenn mittels der Steuereinheit eine selbsttätige, zeitabhängige Navigationsplanung durchführbar ist dergestalt, daß die Steuereinheit anhand des jeweils vorliegenden Verschmutzungsgrades der Bodenflä-

che selbsttätig eine Optimierung der jeweils erforderlichen Betriebsparameter der Reinigungseinheit und/oder der Häufigkeit der Reinigungszyklen durchführt mit dem Ziel, eine Bodenfläche innerhalb möglichst kurzer Zeit mit möglichst geringem Energieaufwand zu reinigen.

Von Vorteil ist es, wenn der Steuereinheit ein Abstandssensor zugeordnet ist zur Bestimmung eines seitlichen Abstandes zwischen dem Bodenbearbeitungsgerät und einem Hindernis, und wenn die Fahrtrichtung und/oder die Fahrgeschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgerätes und/oder die Betriebsweise der Reinigungseinheit in Abhängigkeit vom Abstand des Bodenbearbeitungsgerätes zum Hindernis steuerbar sind. Eine derartige Ausgestaltung ermöglicht es, das Bodenbearbeitungsgerät selbsttätig entlang eines Hindernisses zu verfahren, beispielsweise entlang einer Wand oder einer Treppenstufe.

Die nachfolgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsgerätes;

Figur 2: eine schematische Unteransicht des Bodenbearbeitungsgerätes;

Figur 3: eine Längsschnittansicht des Bodenbearbeitungsgerätes;

- 14 -

Figur 4: ein Funktionsdiagramm eines Programmablaufes zur Steuerung der Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes; und

Figur 5: eine Veranschaulichung des Fahrtrichtungsverlaufes des Bodenreinigungsgerätes bei der Reinigung einer Bodenfläche.

In den Figuren 1 bis 3 ist schematisch ein erfindungsgemäßes Bodenbearbeitungsgerät in Form eines insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 belegten Bodenreinigungsgerätes dargestellt. Es umfaßt eine Bodenplatte 12, auf die ein Deckel 13 aufgesetzt ist und die an einem Fahrwerk 14 festgelegt ist. Am Fahrwerk 14 sind um eine gemeinsame Drehachse 15 drehbar zwei Antriebsräder 16, 17 gelagert, denen jeweils ein Antriebsmotor 18 bzw. 19 zugeordnet ist. Die Antriebsmotoren 18, 19 sind am Fahrwerk 14 gehalten und stehen über in der Zeichnung nicht dargestellte Verbindungsleitungen mit einer auf einer Deckplatte 21 angeordneten Steuereinheit 20 sowie mit an sich bekannten, in der Zeichnung nicht dargestellten elektrischen Batterien in elektrischer Verbindung.

Die Bodenplatte 12 weist eine Schmutzeintrittsöffnung 22 auf, an der eine quer zur Hauptbewegungsrichtung 24 des Bodenreinigungsgerätes ausgerichtete Bürstenwalze 26 angeordnet ist. Die Bürstenwalze 26 ist drehbar im Bereich der Schmutzeintrittsöffnung 22 gehalten und weist eine Vielzahl von radial ausgerichteten Bürsten 27 auf, die an einer Welle 28 fixiert sind und mit ihren freien Enden nach unten über die Schmutzeintrittsöffnung 22 überstehen. Die Bodenplatte 12 und die Deckplatte 21 definieren zwischen sich einen Saugkanal 30, der mit der Schmutzeintrittsöffnung 22 in Strömungsverbindung



- 15 -

steht und an seinem der Schmutzeintrittsöffnung 22 abgewandten, rückwärtigen Ende einen Ansaugstutzen 32 trägt, an dem eine Saugturbine 34 gehalten ist. Die Saugturbine 34 ist von einem elektrischen Antriebsmotor 36 drehend antreibbar und steht über den Ansaugstutzen 32 und den Saugkanal 30 mit der Schmutzeintrittsöffnung 22 in Strömungsverbindung.

Innerhalb des Saugkanales 30 ist ein Schmutzfilter 38 angeordnet, und der Bereich des Saugkanales 32 zwischen dem Schmutzfilter 38 und der Schmutzeintrittsöffnung 22 bildet einen Schmutzsammelbehälter 40, dessen Füllstand von einem Füllstandssensor 42 überwacht wird, der mit der Steuereinheit 20 in elektrischer Verbindung steht. Zur Reinigung einer Bodenfläche 44 wird von der Saugturbine eine in Figur 3 durch Pfeile 46 veranschaulichte Saugströmung erzeugt, mit deren Hilfe Schmutzpartikel, die aufgrund der mechanischen Einwirkung der Bürstenwalze 26 von der zu reinigenden Bodenfläche 44 abgelöst wurden, durch die Schmutzeintrittsöffnung 22 hindurch in den Schmutzsammelbehälter 40 überführt werden können.

Die Antriebsräder 16, 17 bilden in Kombination mit den Antriebsmotoren 18 und 19 eine Antriebseinheit zum Verfahren des Bodenreinigungsgeräts 10 entlang der Bodenfläche 44, und die Bürstenwalze 26 bildet eine Reinigungseinheit zur Reinigung der Bodenfläche 44, wobei die mittels der Bürstenwalze 26 erzielbare Schmutzaufnahme durch die von der Saugturbine 34 hervorgerufene Saugströmung 46 unterstützt wird.

Die Bürstenwalze 26 ist senkrecht zur Hauptbewegungsrichtung 24 ausgerichtet, und jeweils einem Endbereich der Bürstenwalze 26 zugeordnet sind an

- 16 -

einer die Schmutzeintrittsöffnung 22 rückseitig begrenzenden Kehrschwelle 48 zwei Schmutzsensoren 50, 51 der Bürstenwalze 26 zugewandt angeordnet. Sie stehen jeweils über eine Signalleitung 54 mit der Steuereinheit 20 in elektrischer Verbindung und werden von den Schmutzpartikeln, die mittels der jeweiligen Endbereiche der Bürstenwalze 26 von der Bodenfläche 44 abgelöst werden, unmittelbar beaufschlagt. Sie sind im dargestellten Ausführungsbeispiel in Form piezoelektrischer Sensoren ausgestaltet, die in Abhängigkeit von der Anzahl und der Masse der auf sie auftreffenden Schmutzpartikel ein entsprechendes Sensorsignal über die Signalleitungen 54 an die Steuereinheit 20 übertragen. Mittels der beiden Schmutzsensoren 50 und 51 kann somit der Verschmutzungsgrad des Bodenflächenbereiches erfaßt werden, der in Höhe des jeweiligen Endbereichs der Bürstenwalze 26 angeordnet ist. Die beiden Schmutzsensoren 50 und 51 sind hierbei im Abstand zueinander angeordnet und senkrecht zur Hauptbewegungsrichtung 24, also parallel zur gemeinsamen Drehachse 15 der beiden Antriebsräder 16 und 17 versetzt zueinander positioniert. In ihrer Gesamtheit bilden die beiden Schmutzsensoren 50 und 51 eine Sensorvorrichtung des Bodenreinigungsgeräts 10, wobei mit Hilfe der Sensorvorrichtung der Verschmutzungsgrad der Bodenfläche 44 in zwei unterschiedlichen Bereichen gleichzeitig erfaßt werden kann. Werden die beiden Schmutzsensoren 50 und 51 nur mit einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Schmutzpartikeln beaufschlagt, so wird dies von der Steuereinheit 20 dahingehend interpretiert, daß die von den beiden Schmutzsensoren 50 und 51 erfaßten Bodenflächenbereiche bereits gereinigt wurden. Liegt statt dessen ein hoher Anfall an Schmutzpartikeln vor, so wird dies von der Steuereinheit 20 dahingehend interpretiert, daß von den beiden Schmutzsensoren 50 und 51 ein ungereinigter Bereich der Bodenfläche erfaßt wird.

Unterscheiden sich die von den beiden Schmutzsensoren 50 und 51 der Steuereinheit 20 bereitgestellten Sensorsignale voneinander, so wird dies von der Steuereinheit 20 dahingehend interpretiert, daß einer der beiden Schmutzsensoren einen bereits gereinigten Bodenflächenbereich und der andere Schmutzsensor einen ungereinigten Bodenflächenbereich erfaßt, das heißt, daß sich das Bodenreinigungsgerät 10 momentan entlang einer Grenzlinie zwischen einem bereits gereinigten Bodenflächenbereich und einem noch ungereinigten Bodenflächenbereich bewegt. Unterschiedliche Sensorsignale von den beiden Schmutzsensoren 50 und 51 ermöglichen es der Steuereinheit 20, die Antriebsmotoren 18 und 19 der Antriebsräder 16 bzw. 17 derart anzusteuern, daß das Bodenreinigungsgerät 10 einer derartigen Grenzlinie folgt. Ein sich daraus ergebender Fahrtrichtungsverlauf bei der Reinigung einer Bodenfläche wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Figuren 4 und 5 näher beschrieben.

Zunächst soll allerdings darauf hingewiesen werden, daß die Positionierung der beiden Schmutzsensoren 50 und 51 nicht zwingend im Bereich der Kehrschwelle 48 zu erfolgen hat. Für die dargestellte Ausführungsform maßgeblich ist lediglich, daß die beiden Schmutzsensoren 50 und 51 quer zur Hauptbewegungsrichtung 24 versetzt zueinander angeordnet sind und daß die von den Schmutzsensoren erfaßte Anzahl an auftretenden Schmutzpartikeln einen Hinweis gibt auf den jeweiligen Verschmutzungsgrad, der bezogen auf die Hauptbewegungsrichtung 24 im Bereich der Schmutzsensoren vorliegt. Insbesondere kann vorgesehen sein, daß die Schmutzsensoren 50 und 51 außerhalb des Saugkanals 30 an dessen Wandung angeordnet sind. Eine derartige Posi-

tionierung ist in Figur 3 am Beispiel eines mit dem Bezugszeichen 56 belegten piezoelektrischen Schmutzsensors dargestellt. Vom Schmutzsensor 56 können die mechanischen Erschütterungen erfaßt werden, die von den Schmutzpartikeln beim Aufprall auf die Wandung des Saugkanals 30 hervorgerufen werden.

Wie bereits erläutert, kann mittels der beiden Schmutzsensoren 50 und 51 der Bearbeitungszustand der Bodenfläche 44, nämlich deren Verschmutzungsgrad, an zwei im Abstand zueinander angeordneten, quer zur Hauptbewegungsrichtung 24 versetzten Bodenflächenbereichen erfaßt werden. Dies gibt die Möglichkeit, die Bodenfläche 44 innerhalb kurzer Zeit vollständig zu überfahren, wobei bereits gereinigte Bodenflächenbereiche nach Möglichkeit kein zweites Mal überfahren werden. Ein derartiges zweites Überfahren gereinigter Bodenflächenbereiche ist vielmehr nur dann erforderlich, wenn entweder bei der ersten Reinigung nur ein unbefriedigendes Reinigungsergebnis erzielt wurde oder aber wenn ein bereits gereinigter Bodenflächenbereich wieder verlassen werden soll.

Die Steuerung der Fahrtrichtung mittels der Steuereinheit 20 in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad, der von den beiden Schmutzsensoren 50 und 51 erfaßt wird, ermöglicht eine Segmentierung der Bodenfläche 44, wobei nacheinander einzelne Segmente der Bodenfläche gereinigt werden. Hierzu kommt beim Bodenreinigungsgerät 10 für die Steuereinheit 20 ein Steueralgorithmus zum Einsatz, wie er in den Figuren 4 und 5 veranschaulicht ist. Nach einem Start des Bodenreinigungsgeräts 10 wird dieses mittels der Steuereinheit 20 in gerader Richtung verfahren und gleichzeitig wird unter Einsatz der Saugturbine 34 und der Bürstenwalze 26 die überfahrene Bodenfläche gereinigt. Mittels an

sich bekannter und deshalb in der Zeichnung nicht dargestellter Kollisionsdetektoren, die mit der Steuereinheit 20 in Verbindung stehen, kann eine Kollision des Bodenreinigungsgeräts 10 mit einem Hindernis detektiert werden. Erfolgt eine Kollision beispielsweise mit einer Zimmerwand 63, so führt das Bodenreinigungsgerät 10 eine Fahrtrichtungsänderung durch, indem die Steuereinheit 20 einen Steuerbefehl generiert zur Drehung des Bodenreinigungsgeräts 10 nach links um einen festen Winkel, beispielsweise um  $90^\circ$ , oder auch um einen zufälligen Winkel, um das Bodenreinigungsgerät 10 parallel zum Hindernis, im dargestellten Ausführungsbeispiel also parallel zur Zimmerwand 63, auszurichten. Die Fahrt des Bodenreinigungsgeräts 10 wird anschließend in der dann eingenommenen Fahrtrichtung fortgesetzt bis entweder eine erneute Kollision auftritt und eine entsprechende Fahrtrichtungsänderung vorgenommen wird, oder aber bis von den Schmutzsensoren 50 und 51 ein bereits gereinigter Bodenflächenbereich, das heißt eine Schmutzkante detektiert wird. Bei dem in Figur 5 dargestellten Fahrtrichtungsverlauf ist das erstmalige Erreichen einer Schmutzkante durch den Bodenbereich 65 illustriert. Wird eine derartige Schmutzkante detektiert, so wird von der Steuereinheit 20 ein Befehl zur Fahrtrichtungsänderung generiert, wobei sich das Bodenreinigungsgerät 10 parallel zur Schmutzkante ausrichtet. Anschließend wird die Fahrt des Bodenreinigungsgeräts in gerader Richtung fortgesetzt, bis entweder eine erneute Schmutzkante detektiert wird oder aber ein Hindernis auftaucht, um anschließend eine erneute Fahrtrichtungsänderung und -ausrichtung des Bodenreinigungsgeräts parallel zum Hindernis bzw. parallel zur Schmutzkante vorzunehmen. Die Fahrt wird dann so lange fortgesetzt, bis kein ungereinigter Bodenflächenbereich mehr ohne Überfahren einer Schmutzkante erreicht werden kann. Bei dem in Figur 5 veranschaulichten Fahrtrichtungsverlauf ist dies an

der Stelle 67 der Bodenfläche 44 der Fall. Da bei einer derartigen Positionierung das Bodenbearbeitungsgerät ohne Überschreiten einer Schmutzkante keinen ungereinigten Bodenflächenbereich mehr reinigen kann, wird von der Steuereinheit 20 ein Befehl zum Überfahren eines bereits gereinigten Bodenflächenbereiches generiert, so daß das Bodenreinigungsgerät 10 aus dem gereinigten Bodenflächensegment herausfährt. Hierzu kann der Steuereinheit 20 ein bestimmter Fahrtrichtungsbefehl vorgegeben werden, alternativ kann vorgesehen sein, daß die Steuereinheit 20 eine Drehung des Bodenreinigungsgeräts 10 um einen zufälligen Winkel veranlaßt.

Die Fahrt über den gerade gereinigten Bodenflächenbereich wird anschließend in gerader Richtung so lange fortgesetzt, bis eine erneute Kollision mit einem Hindernis, beispielsweise mit der in Figur 5 dargestellten Zimmerwand 69 auftritt, und anschließend wird das Bodenreinigungsgerät 10 erneut entsprechend der voranstehend erläuterten Weise verfahren, wobei das Bodenreinigungsgerät 10 jeweils parallel zu einer Zimmerwand oder parallel zu einer Schmutzkante ausgerichtet wird, bis ein erneutes Segment der Bodenfläche 44 vollständig gereinigt ist.

Die im wesentlichen spiral- oder mäanderförmige Bewegung wird so lange fortgesetzt, bis kein ungereinigtes Bodenflächensegment mehr erfaßbar ist. Bei dem in Figur 5 dargestellten Fahrtrichtungsverlauf ist dies an der Stelle 71 der Bodenfläche 44 der Fall. Die Reinigungsfahrt des Bodenreinigungsgeräts 10 wird dann beendet.

Um die Fahrt des Bodenreinigungsgeräts 10 entlang eines Hindernisses zu vereinfachen, weist das Bodenreinigungsgerät 10 auf der Oberseite des Deckels 13 angeordnete, seitwärts gerichtete Abstandssensoren 73 auf, die beispielsweise als Infrarot- oder Ultraschallsensoren ausgestaltet sein können und dem Fachmann an sich bekannt sind. Mittels der Abstandssensoren 73 kann eine Fahrt mit gleichbleibendem Abstand zu einem Hindernis erzielt werden.

Aus dem Voranstehenden wird deutlich, daß mittels des erfindungsgemäßen Bodenreinigungsgeräts 10 eine zu reinigende Bodenfläche 44 innerhalb kurzer Zeit vollständig gereinigt werden kann, wobei nach Möglichkeit gereinigte Bereiche kein zweites Mal überfahren werden. Dadurch kann die Arbeitszeit zur Reinigung der Bodenfläche 44 erheblich vermindert werden.

Um die Reinigung der Bodenfläche 44 zusätzlich beschleunigen zu können, umfaßt die Steuereinheit 20 des Bodenreinigungsgeräts 10 ein Speicherglied 75 sowie ein Zeitglied 77. Im Speicherglied sind nach einer durchgeführten optimalen Reinigung der Bodenfläche 10 anlässlich einer Lernfahrt positionsabhängig die jeweils auftretenden Verschmutzungsgrade, wie sie von den beiden Schmutzsensoren 50 und 51 erfaßt werden, als Referenzwerte speicherbar.

Während einer Reinigungsfahrt des Bodenreinigungsgeräts 10, wie sie in Figur 5 veranschaulicht ist, werden die abgespeicherten, positionsabhängigen Referenzwerte mit den momentanen Verschmutzungsgraden der Bodenfläche 44 verglichen. Stellt die Steuereinheit 20 fest, daß nur eine geringfügige Abweichung zwischen den momentanen Verschmutzungsgraden und den Referenzwerten vorliegt, so erhöht sie die Fahrgeschwindigkeit des Bodenreinigungs-

geräts 10 und steuert sowohl die Saugturbine 34 als auch einen zum Drehantrieb der Bürstenwalze 26 zum Einsatz kommenden Elektromotor derart, daß diese in einen energiesparenden Stand-by-Betriebsmodus übergehen. Stellt die Steuereinheit 20 dagegen fest, daß die momentanen Verschmutzungsgrade eine Abweichung zu den abgespeicherten Referenzwerten aufweisen, die einen vorgegebenen Toleranzwert überschreiten, so werden die Saugturbine 34 und der Elektromotor der Bürstenwalze 26 zur vollen Leistung aktiviert, und gleichzeitig wird die Fahrgeschwindigkeit des Bodenreinigungsgeräts 10 verringert. Bodenflächenbereiche, die keiner Reinigung bedürfen, können somit mit überhöhter Geschwindigkeit überfahren werden und gleichzeitig kann der Energieverbrauch des Bodenreinigungsgeräts 10 erheblich vermindert werden.

Der Zeitpunkt der jeweiligen Reinigung der Bodenfläche 44 wird im Speicherglied 75 abgespeichert, und bei einer nachfolgenden, erneuten Reinigung der Bodenfläche 44 wird die seit der letzten Reinigung verstrichene Zeitspanne von der Steuereinheit 20 ermittelt. Je nach Länge der Zeitspanne wird dann die Reinigungsfahrt mit erhöhter oder verringerter Fahrgeschwindigkeit durchgeführt. Außerdem kann vorgesehen sein, daß nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne die Steuereinheit 20 selbsttätig ohne externes Startsignal die Reinigungsfahrt des Bodenreinigungsgeräts 10 aktiviert.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Mobiles Bodenbearbeitungsgerät zur Bearbeitung einer Bodenfläche, das selbstfahrend und selbstlenkend ausgestaltet ist und eine Bodenbearbeitungseinheit, eine Antriebseinheit sowie eine Steuereinheit aufweist, wobei die Steuereinheit zum Steuern der Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgerätes mit der Antriebseinheit verbunden ist und der Steuereinheit eine Sensorvorrichtung zugeordnet ist, mittels derer der Bearbeitungszustand der Bodenfläche vor deren Bearbeitung vom Bearbeitungszustand nach deren Bearbeitung unterscheidbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgeräts (10) in Abhängigkeit vom Bearbeitungszustand der von der Sensorvorrichtung (50, 51) erfaßten Bodenfläche mittels der Steuereinheit (20) steuerbar ist, wobei das Überfahren bereits bearbeiteter Bodenflächenbereiche vermeidbar ist.
2. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Sensorvorrichtung (50, 51) die Bearbeitungszustände von zwei quer zu einer Hauptbewegungsrichtung (24) des Bodenbearbeitungsgeräts (10) zueinander versetzten Bodenflächenbereichen erfaßbar sind und daß die Fahrtrichtung des Bodenbearbeitungsgeräts (10) in Abhängigkeit von den Bearbeitungszuständen der beiden erfaßten Bodenflächenbereiche steuerbar ist.

- 24 -

3. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Bodenbearbeitungsgerät (10) selbsttätig entlang einer Grenze zwischen einem bearbeiteten Bodenflächenbereich und einem unbearbeiteten Bodenflächenbereich verfahrbar ist.
4. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorvorrichtung zwei Sensorelemente (50, 51) umfaßt, die jeweils den Bearbeitungszustand von einem der beiden quer zur Hauptbewegungsrichtung (24) des Bodenbearbeitungsgeräts (10) zueinander versetzten Bodenflächenbereiche erfassen und jeweils ein entsprechendes Sensorsignal bereitstellen und daß die Fahrtrichtung in Abhängigkeit von den beiden Sensorsignalen steuerbar ist.
5. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Sensorelemente (50, 51) selbständig handhabbar sind.
6. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Bodenbearbeitungseinheit (26) quer zur Hauptbewegungsrichtung (24) des Bodenbearbeitungsgeräts (10) erstreckt und daß mittels der Sensorvorrichtung (50, 51) die Bearbeitungszustände von den beiden Bodenflächenbereichen erfaßbar sind, die jeweils einem Endbereich der Bodenbearbeitungseinheit (26), bezogen auf dessen Erstreckung quer zur Hauptbewegungsrichtung (24), benachbart angeordnet sind.

- 25 -

7. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenbearbeitungseinheit eine Reinigungseinheit (26) umfaßt und daß mittels der Sensorvorrichtung (50, 51) der Verschmutzungsgrad der Bodenfläche (44) erfaßbar ist.
8. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Reinigungseinheit eine sich quer zur Hauptbewegungsrichtung (24) des Bodenbearbeitungsgeräts (10) erstreckende Kkehrbürstenanordnung (26) aufweist und daß mittels der Sensorvorrichtung (50, 51) der Verschmutzungsgrad der jeweils von einem Endbereich der Kkehrbürstenanordnung (26) gereinigten oder zu reinigenden Bodenflächenbereiche erfaßbar ist.
9. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kkehrbürstenanordnung eine drehbare Bürstenwalze (26) aufweist.
10. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils einem Endbereich der Kkehrbürstenanordnung (26) ein separates, den Verschmutzungsgrad der Bodenfläche erfassendes Sensorelement (50, 51) zugeordnet ist.
11. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Reinigungseinheit ein Saugaggregat (34) aufweist, das über mindestens einen Saugkanal (30) mit der Kkehrbürstenanordnung (26) in Strömungsverbindung steht, wobei der Saugkanal (30) einen Schmutzsammelbehälter (40) aufnimmt, und daß die Sensoranordnung

- 26 -

(50, 51) an einer Wandung (48) des Saugkanals (30) oder des Schmutzsammelbehälters (40) angeordnet ist.

12. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Sensorelement (50, 51) der Sensoranordnung innen-seitig an der Wandung (48) des Saugkanals (30) oder des Schmutzsammelbehälters (40) angeordnet ist.
13. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Sensorelement (56) der Sensoranordnung außen-seitig an der Wandung des Saugkanals (30) oder des Schmutzsammelbehälters (40) angeordnet ist.
14. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorvorrichtung (50, 51) den Bearbeitungszustand der Bodenfläche (44) berührungslos erfaßt.
15. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorvorrichtung zumindest ein piezoelektrisches Sensorelement (50, 51) aufweist.
16. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der Ansprüche 6 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Reinigungseinheit (26) von der Bodenfläche (44) Schmutzpartikel ablösbar und die Menge der abgelösten Schmutzpartikel mittels der Sensorvorrichtung (50, 51) bestimmbar ist.

- 27 -

17. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Sensorvorrichtung (50, 51) die Größe der abgelösten Schmutzpartikel bestimmbar ist.
18. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Steuereinheit (20) die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit (26) in Abhängigkeit vom Bearbeitungszustand der Bodenfläche (44) steuerbar ist.
19. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuereinheit (20) positionsabhängige Referenzwerte des Bearbeitungszustandes der Bodenfläche (44) nach optimaler Bearbeitung bereitstellbar sind und daß der momentane positionsabhängige Bearbeitungszustand mit den Referenzwerten vergleichbar ist, wobei die Fahrtrichtung und/oder die Fahrgeschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgerätes (10) und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit (26) in Abhängigkeit von der Abweichung des momentanen Bodenbearbeitungszustandes vom Referenzwert steuerbar ist.
20. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuereinheit (20) der Zeitpunkt der letzten Bearbeitung der Bodenfläche (44) vorgebbar ist und daß die Fahrtrichtung und/oder die Fahrgeschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgerätes (10) und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungs-

einheit (26) in Abhängigkeit von der Zeitspanne steuerbar ist, die seit der letzten Bearbeitung verstrichen ist.

21. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (20) ein mit einem Speicherglied gekoppeltes Zeitglied umfaßt zum selbsttätigen Abspeichern des Zeitpunkts der momentanen Bodenbearbeitung.
22. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuereinheit (20) ein Abstandssensor (73) zugeordnet ist zur Bestimmung eines seitlichen Abstandes zwischen dem Bodenbearbeitungsgerät und einem Hindernis (63, 69), und daß die Fahrtrichtung und/oder die Fahrgeschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgeräts (10) und/oder die Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit (26) in Abhängigkeit vom Abstand des Bodenbearbeitungsgeräts (10) zum Hindernis (63, 69) steuerbar sind.

FIG.1

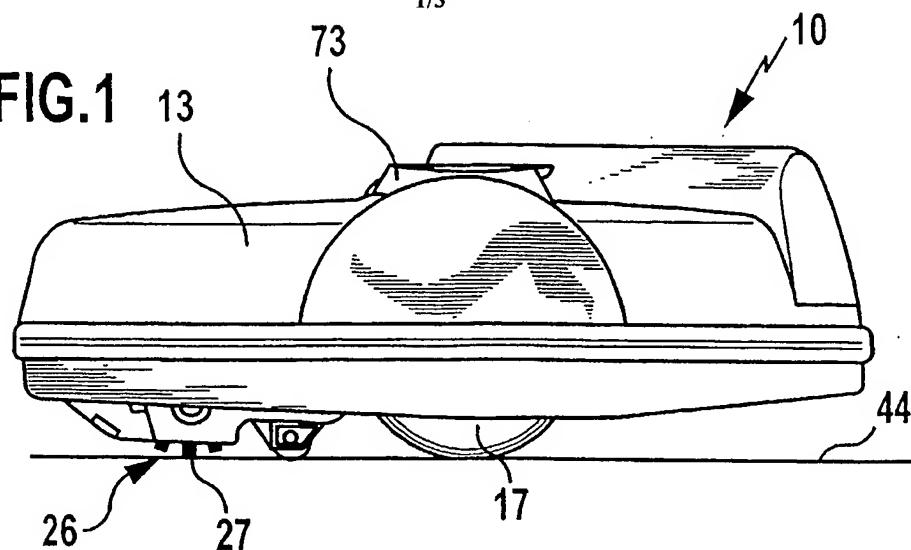
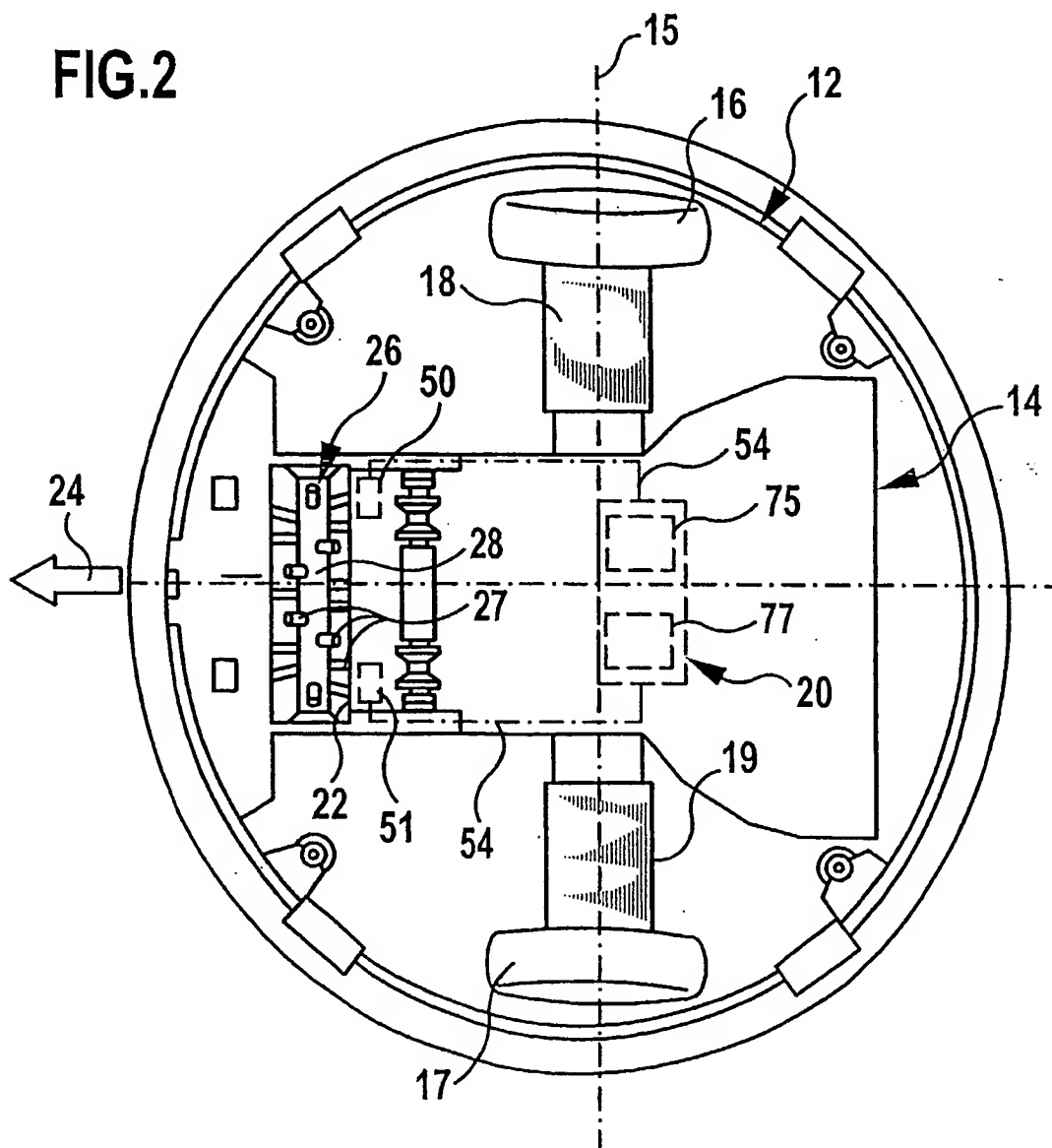


FIG.2



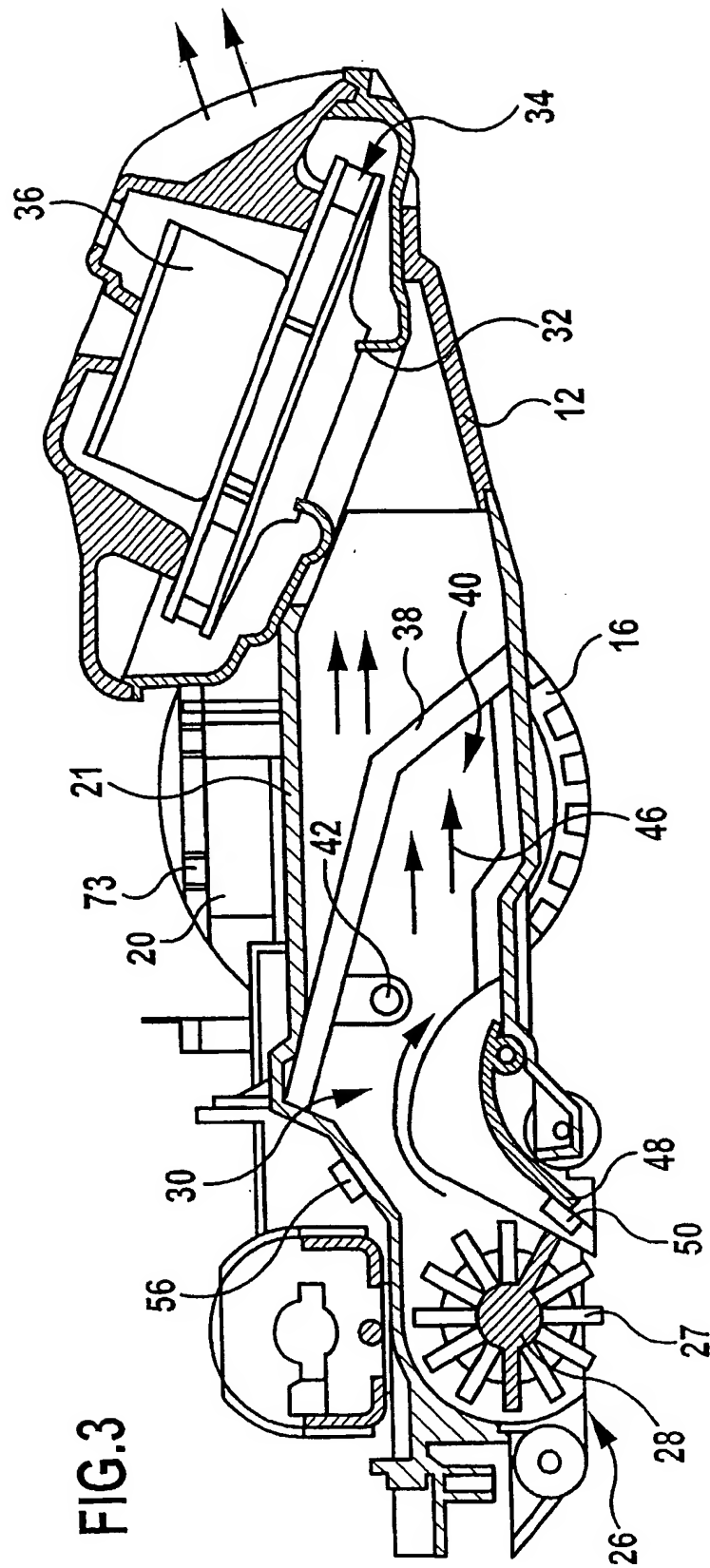


FIG. 3



FIG.4

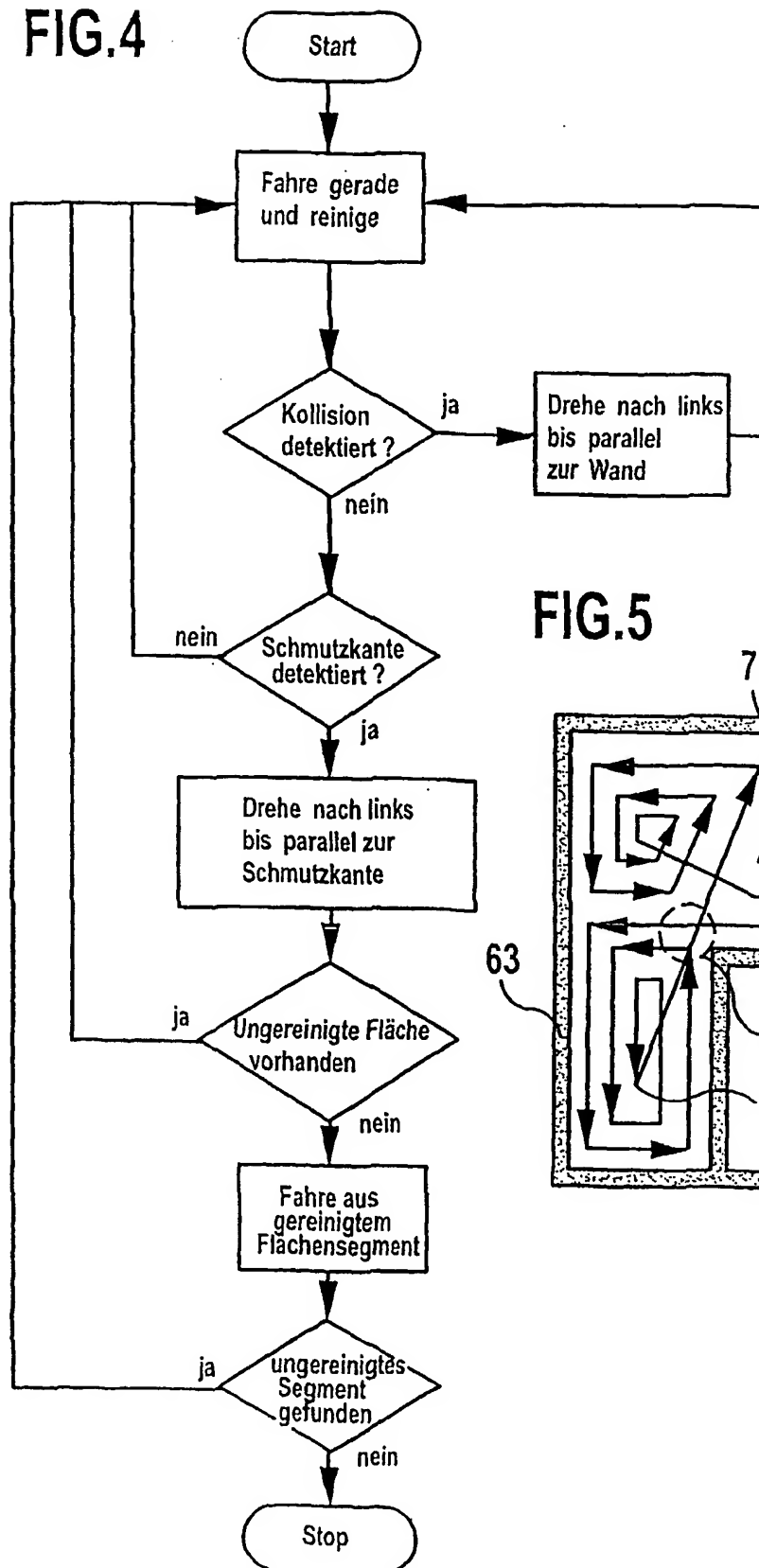
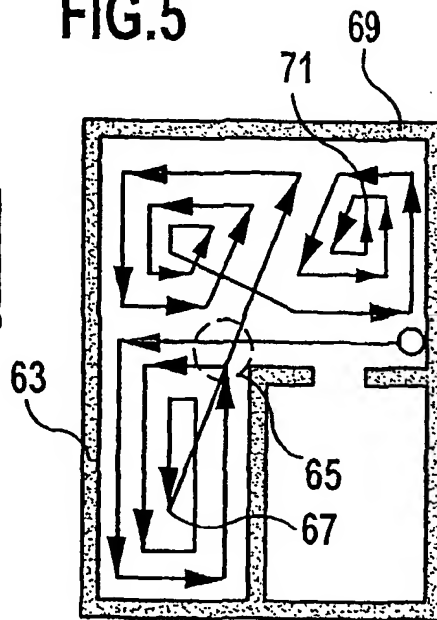


FIG.5



This Page Blank (uspto)

## Mobile floor processing appliance

The invention relates to a mobile floor processing  
5 appliance for processing a floor surface, configured as  
automotive and self-steering and having a floor processing  
unit, a drive unit and a control unit, the control unit for  
controlling the direction of travel of the floor processing  
appliance being connected to the drive unit and the control  
10 unit being assigned a sensor device, by means of which the  
processing state of the floor surface before it has been  
processed can be distinguished from the processing state  
after it has been processed.

15 With the aid of floor processing appliances of this kind a  
floor surface can be processed, in particular cleaned,  
without employing an operating person. The floor processing  
appliance is moved along the floor surface to be processed.  
For this purpose it may be provided, for example, that the  
20 control device may be preset with the course of the  
direction of travel along which the floor processing  
appliance moves. A floor processing appliance of this kind  
in the form of a mobile floor cleaning appliance is known  
from US patent document No. 5,613,261. It comprises an  
25 optical sensor device with a light source, with the aid of  
which light radiation is directed at the floor surface to  
be cleaned, and with the aid of a light-sensitive sensor  
element light radiation reflected by the floor surface can  
be received and converted into an electrical signal. As a  
30 cleaned floor surface has different reflection behaviour  
from an uncleaned floor surface, an already cleaned floor  
surface area can be distinguished from an uncleaned floor  
surface area using the intensity of the reflected  
radiation. With the floor cleaning appliance known from US

patent document No. 5,613,261 this gives the option of controlling the operating mode of the floor processing unit as a function of the intensity of the reflected radiation, so in the case of a soiled floor surface careful cleaning  
5 can be performed, while with a less soiled floor surface or one not soiled at all the floor processing unit can be switched off or switched to an operating mode with lesser cleaning quality. With a particularly soiled floor surface a forward and backward movement of the floor cleaning  
10 appliance can additionally be instigated. In this way it is possible to achieve that slightly soiled floor surface areas are processed with less intensity than badly soiled floor surface areas, so overall the operating time for cleaning the entire floor surface can be reduced.

15

However, it has been proved that even when a floor cleaning appliance as known from US patent document No. 5,613,261 is used, a considerable amount of time is required for the entire processing of a floor surface.

20

The object of the present invention is to further develop a mobile floor processing appliance of the initially mentioned kind in such a way that the operating time required for processing a floor surface can be reduced.

25

This object is achieved according to the invention with a mobile floor processing appliance of the generic kind in that the direction of travel of the floor processing appliance can be controlled by the control unit as a  
30 function of the processing state of the floor surface detected by the sensor device, it being possible to avoid travelling over already processed floor surface areas. It

has proved that with a configuration of this kind of the floor processing appliance the operating time required for processing a floor surface can be appreciably reduced. For this purpose the control unit has a control algorithm which  
5 ensures that already processed floor surface areas are not travelled over a second time as far as possible. It is instead possible to achieve segmentation of the floor surface to be processed in such a way that individual floor surface segments are cleaned in succession and the floor  
10 processing appliance is as far as possible not moved over already processed floor surface areas and leaves an already processed floor surface area within as short a time as possible. It may, for example, be provided that the control unit supplies a control signal when an already processed  
15 floor surface area is reached to activate a change in direction of travel by a preset angle, for example by  $90^\circ$ .

It is of particular advantage if a boundary area between an already processed floor surface area and a floor surface  
20 area not yet processed can be detected by the sensor device and the floor processing appliance can be moved automatically along the boundary area. It may be provided, for example, that, when it reaches a boundary line between an already processed floor surface area and a floor surface  
25 area not yet processed, the floor processing appliance can be automatically aligned parallel to the boundary line and moved along the boundary.

In a particularly preferred embodiment it is provided that  
30 the processing states of two floor surface areas offset from one another transversely to a main direction of movement of the floor processing appliance can be detected

by the sensor device and that the direction of travel of the floor processing appliance can be controlled as a function of the processing states of the two detected floor surface areas. A configuration of this kind of the floor  
5 processing appliance enables in a structurally simple manner a movement of the floor processing appliance along a boundary line between an already processed floor surface area and one which has not yet been processed.

10 In order to detect two floor surface areas, offset from one another transversely to a main direction of movement of the floor processing appliance, by the sensor device, it may be provided that the sensor device detects the two floor surface areas alternately and relates the detected

15 processing states in each case to one another. The sensor device may in this case have a sensor element extended over the surface, which enables location-dependent detection of the processing states of the two floor surface areas.

20 The sensor device may have a single sensor element, which is preferably extended over the surface and with which the processing state of a floor surface area can be detected.

It is advantageous if the sensor device comprises at least  
25 two sensor elements, which in each case detect the processing state of one of the two floor surface areas offset from one another transversely to the main direction of movement of the floor processing appliance and in each case supply an appropriate sensor signal, and if the  
30 direction of travel of the floor processing appliance can be controlled as a function of the two sensor signals.

- The assembly and, if applicable, a repair of the sensor device can be simplified in that the two sensor elements can be handled independently. In this case the two sensor elements are configured as autonomous components which
- 5 transmit a sensor signal to the control device in each case, using which the control unit can assess the processing state of the floor surface area detected by the respective sensor element.
- 10 The floor processing unit preferably extends transversely to the main direction of movement of the floor processing appliance and the processing states of the two floor surface areas, each of which is arranged adjacent to an end area of the floor processing unit, related to its extension
- 15 transverse to the main direction of movement, can be detected by the sensor device. In a configuration of this kind of the floor processing appliance according to the invention the floor processing unit extends between the two floor surface areas detected by the sensor device, so in
- 20 each case one section of the floor surface, extending between the two floor surface areas having a different processing state, is processed.

The floor processing unit preferably comprises a cleaning

25 unit and the degree of soiling of the floor surface can be detected by the sensor device. This gives the option of cleaning a floor surface, for example, sweeping, vacuuming or wiping it, within a short time.

- 30 It may be provided, for example, that the cleaning unit has a sweeping brush arrangement extending transversely to the main direction of movement of the floor processing

appliance and that the degree of soiling of the floor surface areas cleaned or to be cleaned by an end area of the sweeping brush arrangement in each case can be detected by the sensor device.

5

The sweeping brush arrangement may in this case have several sweeping brushes, arranged offset from one another transversely to the main direction of movement of the floor processing appliance, wherein preferably assigned to each  
10 of the sweeping brushes is a sensor element detecting the degree of soiling of the respective cleaned or to be cleaned floor surface area.

In an embodiment which is economical to produce it is  
15 provided that the sweeping brush arrangement has a rotatable brush roller, the axis of rotation of which is preferably aligned transversely to the main direction of movement of the floor processing appliance.

20 In a preferred embodiment a separate sensor element detecting the degree of soiling of the floor surface is assigned in each case to an end area of the sweeping brush arrangement. The sensor element may in this case be arranged directly adjacent to the respective end area of  
25 the sweeping brush arrangement.

It is advantageous if the cleaning effect of the sweeping brush arrangement is supported by a suction aggregate, which generates a suction flow in the area of the sweeping  
30 brush arrangement. It may be provided for this that the cleaning unit has a suction aggregate, in flow connection with the sweeping brush arrangement via at least one



suction channel, wherein the suction channel accommodates a dirt collecting receptacle and the sensor arrangement may be arranged on a wall of the suction channel or of the dirt collecting receptacle.

5

It is of advantage if at least one sensor element of the sensor arrangement is arranged on the inside of the wall of the suction channel or the dirt collecting receptacle. An arrangement of this kind of the at least one sensor element enables the sensor element to be impacted directly with the dirt particles, removed from the floor surface to be cleaned by the assigned end area of the sweeping brush arrangement in each case. The degree of soiling can be determined in a simple manner in that the amount of dirt particles impacting the respective sensor element is detected.

Alternatively and/or additionally it may be provided that at least one sensor element of the sensor arrangement is arranged on the outside of the wall of the suction channel or of the dirt collecting receptacle. The sensor element is therefore protected from direct impacting by dirt particles, so the life of the sensor element can be increased.

25

To detect the processing state, in particular the degree of soiling of the floor surface it may be provided that the sensor device mechanically detects the floor surface, for example by means of tactile sensors. However, it is of particular advantage if the sensor device detects the processing state of the floor surface without touching.

30

The sensor device preferably comprises at least one optical sensor element, i.e. a sensor element with a radiation-sensitive, in particular locally resolving detector and evaluation electronics assigned to the detector. Imaging  
5 optics may be positioned in front of the detector and an image evaluation may be performed by the evaluation electronics. By means of a preset image evaluation algorithm an image of an extract of the floor surface projected on to the radiation-sensitive detector can be  
10 evaluated to the extent that the processing state of the floor surface can be detected. For example, the degree of soiling of the floor surface may be detected without touching. The optical detection of the floor processing state can be done, for example, by means of infrared  
15 radiation or else by means of visible light radiation. A radiation source, a light source for example, may be assigned to the sensor element to illuminate the floor surface area detected by the sensor element. It is favourable if the processing state of the floor surface can  
20 be detected using the intensity of a light radiation reflected by the floor surface.

It is particularly favourable if the sensor device has at least one piezoelectric sensor element. Sensor elements of  
25 this kind are known, for example, from European patent document 0 759 157 B1. If sensors of this kind are impacted with a mechanical force, they supply an electrical signal on their surface. The impact of force may take place in that the sensor elements are impacted directly by dirt  
30 particles which are removed from the floor surface to be cleaned. However, it may also be provided that the at least one piezoelectric sensor element cooperates with the wall

of the suction channel or of the dirt collecting receptacle and absorbs the vibrations of the wall caused by the dirt particles and converts them into an electrical signal. Vibrations of the wall caused by the movement of the floor processing appliance can be filtered out by an electric filter unit arranged downstream the sensor element.

In a particularly preferred embodiment of the floor processing appliance according to the invention dirt particles can be removed from the floor surface by the cleaning unit and the amount of dirt particles removed can be determined by the sensor device. As already mentioned, the degree of soiling of the floor surface can be concluded from the amount of dirt particles removed.

Preferably not only the amount of dirt particles removed is determinable by the sensor device, but their size is also determinable. A spectrum of sizes of this kind not only enables a statement on the absolute degree of soiling of the floor surface, but also gives an indication of what kind of soiling there is. This gives the option, depending on the type of soiling of the floor surface present, of choosing a cleaning mode adapted thereto, for example the operating mode of the cleaning unit and/or the speed of travel of the floor processing appliance can be adapted to the type of soiling.

As already explained, it is favourable if the operating mode of the floor processing unit, for example the cleaning unit, can be controlled by the sensor device as a function of the processing state of the floor space, in particular the degree of soiling of the floor surface. It may be

provided, for example, that in the case of slight soiling the cleaning unit is switched off or transferred into an operating mode with low energy consumption (stand-by operating mode), while where there is a high degree of  
5 soiling a more energy-intensive operating mode of the cleaning unit is chosen.

A particularly small operating time for processing, in particular cleaning, a floor surface can be achieved in  
10 that the control unit can be supplied with a position-dependent reference value of the processing state, e.g. of the degree of soiling, of the floor surface after optimum processing and in that the current processing state can be compared with the reference value, wherein the direction of  
15 travel and/or the speed of travel of the floor processing appliance and/or the operating mode of the floor processing unit can be controlled as a function of the deviation of the current processing state from the reference value. In a configuration of this kind of the floor processing  
20 appliance according to the invention, a practice run in a defined floor processing state, for example with optimally cleaned floor surface, can be carried out before it is actually used in operation or during a first use in operation. During the practice run the processing state,  
25 e.g. the degree of soiling, of the floor surface can be stored as a reference value in a storage element of the control unit. These reference values with an optimally processed floor surface can then be drawn on for comparison with the respective current processing state. If it is  
30 established that the current processing state is worse than the reference value determined during the practice run of the floor processing appliance, an operating mode of the

floor processing unit is activated and processing of the floor surface is performed. If, however, it is established that in a particular floor surface segment no processing is required, as there is only a relatively small deviation of the current processing state from the preset reference value, the floor processing unit can be switched off or transferred into a stand-by operating mode and this floor surface segment can be travelled over at a higher speed of travel and/or a change in direction of travel can be carried out in order to reach a floor surface segment which requires processing, for example cleaning, in the shortest possible time.

In a particularly preferred embodiment of the floor processing appliance according to the invention the control unit can be preset with the time of the last processing of the floor surface and the direction of travel and/or the speed of travel of the floor processing appliance and/or the operating mode of the floor processing unit can be controlled as a function of the period of time which has elapsed since the last processing. Presetting of the time of the last processing can be made in this case depending on position, so individual floor surface segments can be processed with different frequency. For example, in the case of floor surface cleaning it may be provided that hall areas or areas of the floor surface exposed to heavy public traffic, are subjected to intensive cleaning with the floor processing appliance after a shorter time period than floor surface segments used only slightly.

30

It is favourable in this case if the control unit comprises a time element coupled to a storage element for automatic

storage of the time of the current floor processing. This means there is no need for manual presetting of the time of the current floor processing. The time element may comprise citing a date, so that by means of the mobile floor  
5 processing appliance different operating modes of the floor processing unit and/or different courses of the direction of travel can be drawn on to control the floor processing appliance, depending on date. For instance, in the case of a mobile floor cleaning appliance it may be provided, for  
10 example, that on work days with public traffic comprehensive cleaning of the entire floor surface is performed, whereas on work days without public traffic only partial cleaning of the floor surface is performed and cleaning of the floor surface is completely omitted on  
15 Sundays and holidays.

It is particularly favourable if automatic, time-dependent navigation planning can be carried out by the control unit such that the control unit automatically carries out  
20 optimisation of the operating parameters of the cleaning unit required in each case and/or the frequency of the cleaning cycles, using the present degree of soiling of the floor surface in each case, with the aim of cleaning a floor surface within the shortest possible time with as  
25 little energy outlay as possible.

It is of advantage if the control unit is assigned a distance sensor for determining a lateral distance between the floor processing appliance and an obstacle and if the  
30 direction of travel and/or the speed of travel of the floor processing appliance and/or the operating mode of the cleaning unit can be controlled as a function of the

distance of the floor processing appliance from the obstacle. A configuration of this kind enables the floor processing appliance to be moved automatically along an obstacle, for example along a wall or a step of a stairway.

5

The following description of a preferred embodiment of the invention, in conjunction with the drawings, serves as more detailed explanation.

10 Fig. 1 shows a schematic side view of a floor processing appliance according to the invention.

Fig. 2 shows a schematic view from below of the floor processing appliance.

15

Fig. 3 shows a longitudinal sectional view of the floor processing appliance.

Fig. 4 shows a functional diagram of a program course for controlling the direction of travel of the floor processing appliance.

20

Fig. 5 shows a depiction of the course of the direction of travel of the floor processing appliance during cleaning of a floor surface.

25

Figs. 1 to 3 illustrate schematically a floor processing appliance according to the invention in the form of a floor cleaning appliance generally given the reference numeral 10. It comprises a bottom plate 12, on to which a cover 13 is placed and which is fixed to a chassis 14. Two drive wheels 16, 17, to which in each case is assigned a

30

drive motor 18 or 19, are positioned on the chassis 14 rotatable about a common axis of rotation 15. The drive motors 18, 19 are held on the chassis 14 and are connected electrically via connecting lines, not illustrated in the drawings, to a control unit 20, arranged on a top plate 21, and to electric batteries, known per se and not illustrated in the drawings.

The bottom plate 12 has a dirt entry opening 22, on which a brush roller 26, aligned transversely to the main direction of movement 24 of the floor cleaning appliance, is arranged. The brush roller 26 is held rotatably in the area of the dirt entry opening 22 and has a multiplicity of radially aligned brushes 27, which are fixed to a shaft 28 and project downwards over the dirt entry opening 22 with their open ends. The bottom plate 12 and the top plate 21 between them define a suction channel 30, which is in flow connection with the dirt entry opening 22 and carries a suction connecting piece 32 on its rear end, facing away from the dirt entry opening 22, on which a suction turbine 34 is held. The suction turbine 34 is drivable rotatably by an electric drive motor 36 and is in flow connection with the dirt entry opening 22 via the suction connecting piece 32 and the suction channel 30.

Inside the suction channel 30 is arranged a dirt filter 38 and the area of the suction channel 32 between the dirt filter 38 and the dirt entry opening 22 forms a dirt collecting receptacle 40, the level of fullness of which is monitored by a fullness level sensor 42, which is electrically connected to the control unit 20. For cleaning a floor surface 44 a suction flow, depicted by arrows 46 in



Fig. 3, is generated by the suction turbine, with the aid of which dirt particles, which have been removed from the floor surface 44 to be cleaned owing to the mechanical effect of the brush roller 26, can be transferred into the dirt collecting receptacle 40 through the dirt entry opening 22.

The drive wheels 16, 17 in combination with the drive motors 18 and 19 form a drive unit for moving the floor cleaning appliance 10 along the floor surface 44 and the brush roller 26 forms a cleaning unit for cleaning the floor surface 44, the dirt absorption achievable by means of the brush roller 26 being supported by the suction flow 46 produced by the suction turbine 34.

The brush roller 26 is aligned perpendicular to the main direction of movement 24 and arranged at a sweeping threshold 48 limiting the dirt entry opening 22 at the rear, assigned in each case to an end area of the brush roller 26, are two dirt sensors 50, 51 facing the brush roller 26. They are electrically connected in each case via a signal line 54 to the control unit 20 and are directly impacted by the dirt particles removed from the floor surface 44 by the respective end areas of the brush roller 26. In the embodiment illustrated they are configured in the form of piezoelectric sensors which transmit an appropriate sensor signal to the control unit 20 via the signal lines 54, as a function of the number and the mass of the dirt particles impacting on them. By means of the two dirt sensors 50 and 51 the degree of soiling of the floor surface area, arranged at the level of the respective end area of the brush roller 26, can thus be

detected. The two dirt sensors 50 and 51 are arranged at a distance from one another and positioned offset from one another perpendicular to the main direction of movement 24, in other words parallel to the common axis of rotation 15 of the two drive wheels 16 and 17. In their entirety the two dirt sensors 50 and 51 form a sensor device of the floor cleaning appliance 10, wherein with the aid of the sensor device the degree of soiling of the floor surface 44 can be detected simultaneously in two different areas. If the two dirt sensors 50 and 51 are impacted by only a relatively small number of dirt particles, this is interpreted by the control unit 20 to the effect that the floor surface areas detected by the two dirt sensors 50 and 51 have already been cleaned. If, instead, there is a high incidence of dirt particles, this is interpreted by the control unit 20 to the effect that an uncleaned area of the floor surface is detected by the two dirt sensors 50 and 51.

If the sensor signals supplied to the control unit 20 by the two dirt sensors 50 and 51 differ, this is interpreted by the control unit 20 to the effect that one of the two dirt sensors is detecting an already cleaned floor surface area and the other dirt sensor is detecting an uncleaned floor surface area, in other words the floor cleaning appliance 10 is currently moving along a boundary line between an already cleaned floor surface area and a not yet cleaned floor surface area. Different sensor signals of the two dirt sensors 50 and 51 enable the control device 20, to actuate the drive motors 18 and 19 of the drive wheels 16 or 17 in such a way that the floor cleaning appliance 10 follows a boundary line of this kind. A course of the

direction of travel resulting from this during the cleaning of a floor surface is described in greater detail below with reference to Figs. 4 and 5.

5 Firstly, though, it should be pointed out that the positioning of the two dirt sensors 50 and 51 does not necessarily have to be done in the area of the sweeping threshold 48. The only thing that is decisive for the embodiment illustrated is that the two dirt sensors 50 and  
10 51 are arranged offset from one another transversely to the main direction of movement 24 and that the number of occurring dirt particles detected by the dirt sensors gives an indication of the respective degree of soiling present in the area of the dirt sensors, related to the main  
15 direction of movement 24. In particular it may be provided that the dirt sensors 50 and 51 are arranged outside the suction channel 30 on its wall. Positioning of this kind is illustrated in Fig. 3 using the example of a piezoelectric dirt sensor given the reference numeral 56. The mechanical  
20 vibrations produced by the dirt particles when they impact on the wall of the suction channel 30 can be detected by the dirt sensor 56.

As already explained, by means of the two dirt sensors 50  
25 and 51 the processing state of the floor surface 44, namely its degree of soiling, can be detected on two floor surface areas, arranged at a distance from one another and offset transversely to the main direction of movement 24. This gives the option of travelling over the floor surface 44  
30 completely within a short time, already cleaned floor surface areas not being travelled over a second time as far as possible. Travelling over cleaned floor surface areas a

second time of this kind is instead necessary only if either only an unsatisfactory cleaning result was achieved during the first cleaning or else if an already cleaned floor surface area is to be left again.

5

The control of the direction of travel by means of the control unit 20 as a function of the degree of soiling detected by the two dirt sensors 50 and 51 enables segmentation of the floor surface 44, individual segments  
10 of the floor surface being cleaned in succession. A control algorithm is used for this for the control unit 20 in the floor cleaning appliance 10, as depicted in Figs. 4 and 5. After the floor cleaning appliance 10 has been started it is moved in a straight direction by the control unit 20 and  
15 simultaneously the floor area travelled over is cleaned using the suction turbine 34 and the brush roller 26. By means of collision detectors, known per se and therefore not illustrated in the drawings, connected to the control unit 20, a collision of the floor cleaning appliance 10  
20 with an obstacle can be detected. If a collision takes place, for example with the wall of a room 63, the floor cleaning appliance 10 carries out a change of direction of travel, in that the control unit 20 generates a control command to rotate the floor cleaning appliance 10 to the  
25 left by a fixed angle, for example by 90°, or else by a random angle, to align the floor cleaning appliance 10 parallel to the obstacle, therefore in the embodiment example illustrated parallel to the wall of the room 63. Travel of the floor cleaning appliance 10 is then continued  
30 in the then adopted direction of travel until either another collision occurs and an appropriate change of direction of travel is performed or else until an already

cleaned floor surface area, in other words a dirt edge, is detected by the dirt sensors 50 and 51. In the course of the direction of travel illustrated in Fig. 5 the first reaching of a dirt edge is illustrated by the floor area 5 65. If a dirt edge of this kind is detected, a command is generated by the control unit 20 to change the direction of travel, wherein the floor cleaning appliance 10 is aligned parallel to the dirt edge. Travel of the floor cleaning appliance is then continued in a straight direction until 10 either another dirt edge is detected or else an obstacle crops up and then another change and alignment of the direction of travel of the floor cleaning appliance parallel to the obstacle or parallel to the dirt edge is performed. Travel is then continued until no further 15 uncleaned floor surface area can be reached without travelling over a dirt edge. In the course of the direction of travel depicted in Fig. 5 this is the case at point 67 of the floor surface 44. As with a positioning of this kind the floor processing appliance cannot clean any further 20 uncleaned floor surface area without going over a dirt edge, a command is generated by the control unit 20 to travel over an already cleaned floor surface area, so the floor cleaning appliance 10 travels out of the cleaned floor surface segment. For this the control unit 20 may be 25 preset with a particular direction of travel command, alternatively it may be provided that the control unit 20 causes a rotation of the floor cleaning appliance 10 about a random angle.

30 Travel over the just cleaned floor surface area is then continued in a straight direction until another collision with an obstacle, for example with the wall of the room 69

illustrated in Fig. 5, occurs and then the floor cleaning appliance 10 is moved again in accordance with the above explained method, the floor cleaning appliance 10 in each case being aligned parallel to the wall of a room or  
5 parallel to a dirt edge until another segment of the floor surface 44 has been completely cleaned.

The substantially spiral or meandering movement is continued until no further uncleaned floor surface segment  
10 can be detected. In the course of the direction of travel illustrated in Fig. 5 this is the case at point 71 of the floor surface 44. The cleaning run of the floor cleaning appliance 10 is then complete.

15 In order to simplify travel of the floor cleaning appliance 10 along an obstacle, the floor cleaning appliance 10 has laterally directed distance sensors 73, arranged on the top of the cover 13, which may be configured as infrared or ultrasound sensors, for example, and are known per se to  
20 the person skilled in the art. Travel at a constant distance from an obstacle can be achieved by means of the distance sensors 73.

From the above it becomes clear that by means of the floor  
25 cleaning appliance 10 according to the invention a floor surface 44 to be cleaned can be completely cleaned within a short time, as far as possible cleaned areas not being travelled over a second time. In this way the operating time for cleaning the floor surface 44 can be appreciably  
30 reduced.

In order to be able additionally to accelerate cleaning of the floor surface 44, the control unit 20 of the floor cleaning appliance 10 comprises a storage element 75 and a time element 77. After optimum cleaning of the floor surface 10 as a result of a practice run has been carried out, the degrees of soiling occurring in each case, as detected by the two dirt sensors 50 and 51, can be stored as reference values in the storage element, depending on position.

10

During a cleaning run of the floor cleaning appliance 10, as depicted in Fig. 5, the stored, position-dependent reference values are compared with the current degrees of soiling of the floor surface 44. If the control unit 20 establishes that there is only a minimal deviation between the current degrees of soiling and the reference values, it increases the speed of travel of the floor cleaning appliance 10 and controls both the suction turbine 34 and an electric motor being used for the rotary drive of the brush roller 26 in such a way that they transfer into an energy-saving stand-by operating mode. If, on the other hand, the control unit 20 establishes that the current degrees of soiling have a deviation from the stored reference values which exceeds a preset tolerance value, the suction turbine 34 and the electric motor of the brush roller 26 are activated to full power and simultaneously the speed of travel of the floor cleaning appliance 10 is reduced. Floor surface areas which do not require cleaning can thus be travelled over at a heightened speed and simultaneously the energy consumption of the floor cleaning appliance 10 can be appreciably reduced.

The time of the respective cleaning of the floor surface 44 is stored in the memory element 75 and during following renewed cleaning of the floor surface 44 the period of time which has elapsed since the last cleaning is determined by  
5 the control unit 20. The cleaning run is then carried out at increased or reduced speed of travel, depending on the length of the period of time. It can additionally be provided that after the elapse of a preset period of time the control unit 20 activates the cleaning run of the floor  
10 cleaning appliance 10 automatically without an external start signal.



**PATENT CLAIMS**

1. Mobile floor processing appliance for processing a floor surface, configured as automotive and self-steering, and having a floor processing unit, a drive unit and a control unit, wherein the control unit for controlling the direction of travel of the floor processing appliance is connected to the drive unit and the control unit is assigned a sensor device, by means of which the processing state of the floor surface before it has been processed is distinguishable from the processing state after it has been processed, characterised in that the direction of travel of the floor processing appliance (10) can be controlled by the control unit (20) as a function of the processing state of the floor surface detected by the sensor device (50, 51), wherein travelling over already processed floor surface areas can be avoided.
2. Floor processing appliance according to claim 1, characterised in that the processing states of two floor surface areas offset from one another transversely to a main direction of movement (24) of the floor processing appliance (10) can be detected by the sensor device (50, 51) and in that the direction of travel of the floor processing appliance (10) can be controlled as a function of the processing states of the two detected floor surface areas.
3. Floor processing appliance according to claim 1 or 2, characterised in that the floor processing appliance (10) can be moved automatically along a boundary

between a processed floor surface area and an unprocessed floor surface area.

4. Floor processing appliance according to claim 1 or 2,  
5 characterised in that the sensor device comprises two  
sensor elements (50, 51), which in each case detect  
the processing state of one of the two floor surface  
areas offset from one another transversely to the main  
direction of movement (24) of the floor processing  
10 appliance (10) and in each case supply an appropriate  
sensor signal and in that the direction of travel can  
be controlled as a function of the two sensor signals.
5. Floor processing appliance according to claim 3,  
15 characterised in that the two sensor elements (50, 51)  
can be handled independently.
6. Floor processing appliance according to one of the  
preceding claims, characterised in that the floor  
20 processing unit (26) extends transversely to the main  
direction of movement (24) of the floor processing  
appliance (10) and in that the processing states of  
the two floor surface areas, arranged in each case  
adjacent to an end area of the floor processing unit  
25 (26), related to its extension transversely to the  
main direction of movement (24), can be detected by  
the sensor device (50, 51).
7. Floor processing appliance according to one of the  
30 preceding claims, characterised in that the floor  
processing unit comprises a cleaning unit (26) and in

that the degree of soiling of the floor surface (44) can be detected by the sensor device (50, 51).

8. Floor processing appliance according to claim 6,  
5 characterised in that the cleaning unit comprises a sweeping brush arrangement (26) extending transversely to the main direction of movement (24) of the floor processing appliance (10) and in that the degree of soiling of the floor surface areas cleaned or to be  
10 cleaned in each case by an end area of the sweeping brush arrangement (26) can be detected by the sensor device (50, 51).
9. Floor processing appliance according to claim 7,  
15 characterised in that the sweeping brush arrangement has a rotatable brush roller (26).
10. Floor processing appliance according to claim 7 or 8,  
20 characterised in that a separate sensor element (50, 51) detecting the degree of soiling of the floor surface is assigned in each case to an end area of the sweeping brush arrangement (26).
11. Floor processing appliance according to claim 7, 8 or  
25 9, characterised in that the cleaning unit has a suction aggregate (34) which is in flow connection with the sweeping brush arrangement (26) via at least one suction channel (30), wherein the suction channel (30) accommodates a dirt collecting receptacle (40),  
30 and in that the sensor arrangement (50, 51) is arranged on a wall (48) of the suction channel (30) or of the dirt collecting receptacle (40).

12. Floor processing appliance according to claim 10,  
characterised in that at least one sensor element (50,  
51) of the sensor arrangement is arranged on the  
5 inside of the wall (48) of the suction channel (30) or  
of the dirt collecting receptacle (40).
13. Floor processing appliance according to claim 10,  
characterised in that at least one sensor element (56)  
10 of the sensor arrangement is arranged on the outside  
of the wall of the suction channel (30) or of the dirt  
collecting receptacle (40).
14. Floor processing appliance according to one of the  
15 preceding claims, characterised in that the sensor  
device (50, 51) detects the processing state of the  
floor surface (44) without touching.
15. Floor processing appliance according to one of the  
20 preceding claims, characterised in that the sensor  
device has at least one piezoelectric sensor element  
(50, 51).
16. Floor processing appliance according to one of claims  
25 6 to 14, characterised in that dirt particles can be  
removed from the floor surface (44) by the cleaning  
unit (26) and the amount of dirt particles removed can  
be determined by the sensor device (50, 51).
- 30 17. Floor processing appliance according to claim 15,  
characterised in that the size of the dirt particles

removed can be determined by the sensor device (50, 51).

- 5 18. Floor processing appliance according to one of the preceding claims, characterised in that the operating mode of the floor processing unit (26) can be controlled by the control unit (20) as a function of the processing state of the floor surface (44).
- 10 19. Floor processing appliance according to one of the preceding claims, characterised in that the control unit (20) can be supplied with position-dependent reference values of the operating state of the floor surface (44) after optimum processing and in that the  
15 current position-dependent processing state can be compared with the reference values, wherein the direction of travel and/or the speed of travel of the floor processing appliance (10) and/or the operating mode of the floor processing unit (26) can be  
20 controlled as a function of the deviation of the current floor processing state from the reference value.
- 25 20. Floor processing appliance according to one of the preceding claims, characterised in that the control unit (20) can be preset with the time of the last processing of the floor surface (44) and in that the direction of travel and/or the speed of travel of the floor processing appliance (10) and/or the operating  
30 mode of the floor processing unit (26) can be controlled as a function of the period of time which has elapsed since the last processing.

21. Floor processing appliance according to claim 19,  
characterised in that the control unit (20) comprises  
a time element coupled to a memory element for  
5 automatic storage of the time of the current floor  
processing.
22. Floor processing appliance according to one of the  
preceding claims, characterised in that the control  
10 unit (20) is assigned a distance sensor (73) to  
determine a lateral distance between the floor  
processing appliance and an obstacle 63, 69) and in  
that the direction of travel and/or the speed of  
travel of the floor processing appliance (10) and/or  
15 the operating mode of the floor processing unit (26)  
can be controlled as a function of the distance of the  
floor processing appliance (10) from the obstacle (63,  
69).

Fig. 4

```

      Start

5      Travel straight
      and clean

      Collision detected? yes      Rotate left until
                                   parallel to wall

10      no

      no      Dirt edge detected?

              yes

15      Rotate to left until
      parallel to dirt edge

20      yes      Uncleaned surface present

              no

      Travel out of cleaned
25      surface segment

      yes      Uncleaned segment found

              no

30      Stop

```

This Page Blank (uspto)